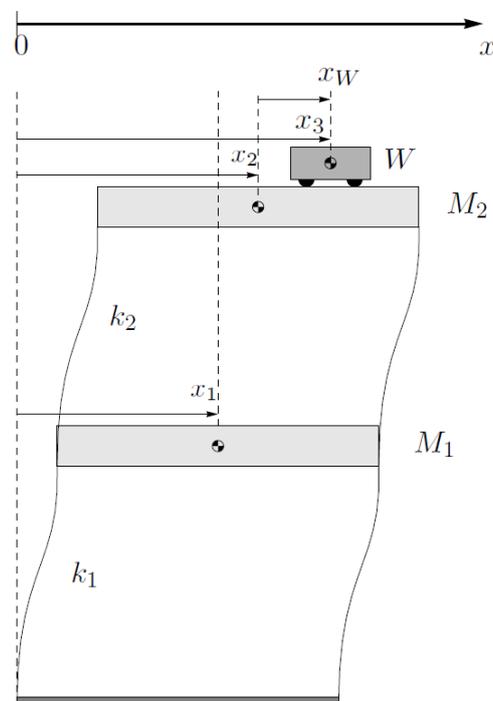


## 1. Übung, 7. Oktober 2019

**Thema:** Aufstellen von Zustandsraummodellen

### Aufgabe 1. Aufstellen eines Zustandsraummodelles

Gegeben ist das Modell einer einem zweistöckigen Gebäude nachempfundenen Struktur mit einer beweglichen Masse zur Schwingungsunterdrückung. Die Stockwerke werden mit den beiden



Massen  $M_1$  und  $M_2$  modelliert. Die Biegung der Gebäudestruktur zwischen den Stockwerken wird mit zwei linearen Federn mit den Steifigkeiten  $k_1$  bzw.  $k_2$  beschrieben. Außer den horizontalen Bewegungen der Massen werden alle anderen Bewegungsrichtungen ebenso vernachlässigt wie Reibungskräfte. Als Aktuator zur Schwingungsunterdrückung fungiert ein Wagen  $W$ , der sich horizontal entlang von  $M_2$  bewegen kann.

**Aufgabe** Bestimmen Sie das 6-dimensionale Zustandsraummodell des beschriebenen Problems. Die Zustandsgrößen stellen dabei die  $x$ -Koordinaten der drei Massenschwerpunkte sowie deren zeitlichen Ableitungen dar. Die Beschleunigung des Wagens  $W$  relativ zu  $M_2$  wird dabei als Eingangssignal, d.h.  $u := \ddot{x}_W$ , betrachtet.

## Aufgabe 2. Zustandsraum-Modelle

Gegeben sind die vier folgenden Übertragungsfunktionen

1.  $H_1: \mathbb{C} \rightarrow \mathbb{C}, \quad H_1(s) = \frac{1}{s^2},$

2.  $H_2: \mathbb{C} \rightarrow \mathbb{C}, \quad H_2(s) = \frac{(s+1)^2}{(s-1)^2},$

3.  $H_3: \mathbb{C} \rightarrow \mathbb{C}, \quad H_3(s) = \frac{\omega^2}{s^2 + 2D\omega s + \omega^2}, \quad \omega, D > 0,$

4.  $H_4: \mathbb{C} \rightarrow \mathbb{C}, \quad H_4(s) = \frac{s+1}{s^2 + 2D\omega s + \omega^2}, \quad \omega, D > 0.$

### Aufgaben

- a) Bestimmen Sie aus den Übertragungsfunktionen 1–3 jeweils das zugehörige Zustandsraum-Modell
- b) Betrachten Sie das System  $Y(s) = H_1(s) \cdot U_1(s) + H_3(s) \cdot U_2(s)$  und bestimmen dessen Zustandsraum-Modell
- c) Betrachten Sie das System  $Y(s) = H_3(s) \cdot U_1(s) + H_4(s) \cdot U_2(s)$  und bestimmen dessen Zustandsraum-Modell
- d) Berechnen Sie das Zustandssignal  $\varphi(t, x_0, u)$  von System 1 für das Eingangssignal  $u(t) = u_0 \cdot \sin(\omega t)$